

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 03229200  
PUBLICATION DATE : 11-10-91

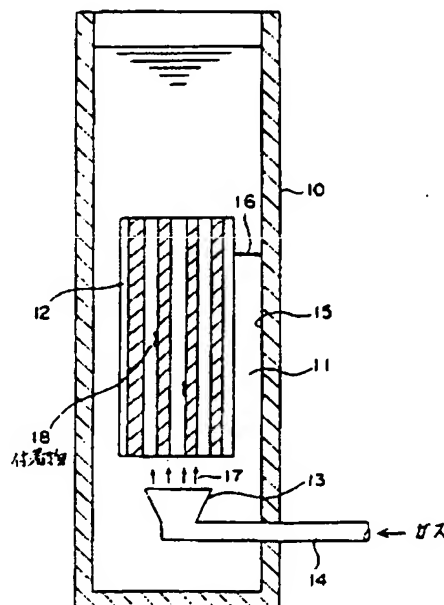
APPLICATION DATE : 22-10-90  
APPLICATION NUMBER : 02281978

APPLICANT : TOKYO ELECTRIC POWER CO  
INC:THE;

INVENTOR : HIOKI HIDEAKI;

INT.CL. : G21F 9/28 B08B 3/10

TITLE : GAS BUBBLING CLEANING METHOD



ABSTRACT : PURPOSE: To effectively remove and clean sticking matter which sticks in a body to be cleaned by supplying a proper amount of air bubbles in the body to be cleaned such as complex equipment.

CONSTITUTION: Compressed air is supplied from gas piping 14 to jet injection gas 17 from a nozzle 13 to the body 12 to be cleaned as shown by an arrow. Many air bubbles, i.e. bubbling is caused in cleaning liquid 11 by this injection gas 17. As the bubbling is caused, a two-phase flow of air and water is formed nearby the body 12 to be cleaned and a three-dimensional circulation flow is generated. This two-phase flow adds a three-dimensional upward, downward, and lateral liquid force to the matter sticking on the body 12 to be cleaned at all times. Further, the air and water which differ in density strike on the sticking matter repeatedly at all times with the fluid force. The force operating on the sticking matter is increased and the sticking matter 18 separates from the body 12 to be cleaned with the vibrating force.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-229200

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)10月11日

G 21 F 9/28  
B 08 B 3/10

5 1 1 E

Z

6923-2G  
7817-3B

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全8頁)

⑮ 発明の名称 ガスバブリング洗浄方法

⑯ 特 願 平2-281978

⑰ 出 願 平2(1990)10月22日

優先権主張 ⑱ 平1(1989)12月18日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 平1-325952

㉑ 発 明 者 服 部 拓 也 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号 東京電力株式会社  
内

㉒ 発 明 者 服 部 年 逸 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号 東京電力株式会社  
内

㉓ 発 明 者 大 嶋 巖 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合  
研究所内

㉔ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

㉕ 出 願 人 東京電力株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号

㉖ 代 理 人 弁 理 士 猪 股 祥 晃 外 1 名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

ガスバブリング洗浄方法

2. 特許請求の範囲

(1) 下端が閉じ、上端が解放されかつ洗浄用流体が収容された洗浄容器内に被洗浄物を収納し、この洗浄容器に設けられたノズルからガスを流入してバブリング操作し、被洗浄物に付着した付着物を被洗浄物から離脱除去して被洗浄物を洗浄するガスバブリング洗浄方法において、前記洗浄容器の内壁面と被洗浄物との間隔を5mm以上に保ち、前記ガスの流量はその体積流量を単位時間当たりの立方メートルで表わし、前記洗浄容器の水平断面面積を平方メートルで表わした場合、その比を0.1から0.4m/秒の範囲に選択することを特徴とするガスバブリング洗浄方法。

(2) 下端が閉じ、上端が解放されかつ洗浄用流体が収容された洗浄容器内に被洗浄物を収納し、前記洗浄容器に設けられたノズルからガスを流入してバブリング操作し、このバブリング操作によっ

て前記被洗浄物に付着した付着物を離脱除去して前記被洗浄物を洗浄するガスバブリング洗浄方法において、前記洗浄容器をプール内に浸漬し、かつ前記洗浄容器の下端に接続配管を介してフィルタおよびポンプを接続し、前記洗浄容器の内壁面と前記被洗浄物との間隔を5mm以上に保ち、前記ノズルに供給するガスの流量はその体積流量を単位時間当たりの立方メートルで表した場合、その比を0.1から0.4m/秒の範囲に選択し、前記洗浄容器内の洗浄用流体を前記ポンプにより吸引し逆流することを特徴とするガスバブリング洗浄方法。

3. 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

本発明は例えば原子力発電プラントなどで使用された複雑な形状をもった原子炉機器などの被洗浄物を洗浄するためのガスバブリング洗浄方法に関する。

(従来の技術)

着物の2種類がある。

後者の付着物に対する洗浄においては、一般的に超音波または流体例えば水などのジェットを用いる洗浄方法が行われている。

超音波洗浄および水ジェットの洗浄例を第5図および第6図を参照しながら以下に説明する。

第5図は超音波による洗浄方法の一例を示したものであり、複数の棒状被洗浄物2の近傍に設けられた超音波発振器1から液体(例えば、水)3中に超音波4を発振させることによって液体3中に疎密波が生じ、その密度の差による力が被洗浄物1に付着する付着物5に作用して洗浄することができる。しかしながら、被洗浄物2の裏面および被洗浄物2の内部には超音波4が達し得ない。そのため、洗浄効率を向上させるべく超音波発振器1を複数台用いることおよび被洗浄物2を回転させるなど種々の工夫がなされている。また、被

移動させるなどの対策を必要とする。

また、例えば実開昭63-31398号公報には使用済核燃料貯蔵プール内の燃料集合体を除染するピット式燃料除染装置が開示されている。この装置は使用済核燃料貯蔵プールに導気供給管を付設し、かつフィルタを有するプール水循環管を設けたものである。そして、この装置による洗浄方法は複数体の燃料集合体の下部から空気を吹き出しバブリング操作を行って燃料棒の表面に付着した放射性クラッドを除去し洗浄するものである。この方法ではバブリング操作を短時間で行うため、各燃料集合体当たり10~100 l/min(1.2~1.8 m<sup>3</sup>/時間)程度の空気を供給し、10分間バブリング操作を行っている。

(発明が解決しようとする課題)

第5図および第6図で説明した洗浄方法はいずれも被洗浄物が複雑な形状を有している場合には内部に付着している付着物を除去することができない課題がある。

また、実開昭63-31398号公報による方

などの対策が必要である。

しかしながら、被洗浄物2が複雑な形状を有している場合には被洗浄物2の内部に付着した付着物5を完全に除去し洗浄できない欠点があり、複雑な洗浄物2内部に付着する付着物を洗浄することができる洗浄装置が要求されている。

第6図はジェットを用いた洗浄方法の一例を示したものであり、被洗浄物6の近傍に設けられた水ジェットノズル7から水ジェット8が噴出され、ジェットの流体力により付着物9を除去する方法である。この水ジェット8は液体中またはガス中で用いられるが、いずれの場合も超音波による洗浄と同様に被洗浄物6が複雑な形状を有している場合には内部の付着物9を除去し洗浄できない欠点がある。また、被洗浄物6が長尺物に対しては被洗浄物6全体に水ジェット8を照射するために被洗浄物6または超水ジェットノズル7を上下に

法は被洗浄物の表面に付着した放射性クラッドを除去することが目的であって、被洗浄物の内部に侵入した付着物までを除去し洗浄することができない課題がある。

本発明は上記課題を解決するためになされたもので、被洗浄物が複雑な形状を有している場合においても内部に付着した付着物までを効果的に除去し洗浄することができるガスバブリング洗浄方法を提供することにある。

(発明の構成)

(課題を解決するための手段)

第1の発明は、下端が閉じ、上端が解放されかつ洗浄用流体が収容された洗浄容器内に被洗浄物を収納し、この洗浄容器に設けられたノズルからガスを流入してバブリング操作し、被洗浄物に付着した付着物を被洗浄物から離脱除去して被洗浄物を洗浄するガスバブリング洗浄方法において、前記洗浄容器の内壁面と被洗浄物との間隔を5mm以上にし、前記ガスの流量はその体積流量を単位時間当たりの立方メートルで表わし、前記洗浄

容器の水平断面積を平方メートルで表わした場合、その比を0.1から0.4m/秒の範囲に選択することを特徴とする

第2の発明は、下端が閉じ、上端が解放されかつ洗浄用流体が収容された洗浄容器内に被洗浄物を収納し、前記洗浄容器に設けられたノズルからガスを流入してバブリング操作し、このバブリング操作によって前記被洗浄物に付着した付着物を離脱除去して前記被洗浄物を洗浄するガスバブリング洗浄方法において、前記洗浄容器をプール内に浸漬し、かつ前記洗浄容器の下端に接続配管を介してフィルタおよびポンプを接続し、前記洗浄容器の内壁面と前記被洗浄物との間隔を5mm以上に保ち、前記ノズルに供給するガスの流量はその体積流量を単位時間当りの立方メートルで表した場合、その比を0.1から0.4m/秒の範囲内に選択し、前記洗浄容器内の洗浄用流体を前記ポンプにより吸引し逆流動することを特徴とする。

(作 用)

第1の発明による洗浄方法は従来例よりも1桁

付着物に対しては上、下、横方向の三次元的な流体力が常時付加されることになる。また、この流体力は密度の異なるガスと液体が繰り返し付着部に衝突することを伴うため付着物に作用する力は増幅され、付着物を付着物の付着力より大きな力で振動させ洗浄物から付着物を離脱させるように流体力は作用する。

さらに、離脱した付着物に対して上から下へ向かう洗浄流体の逆流動力を与えることにより付着物は流体に同伴され付着物は複数形状の被洗浄物内から除去され確実にフィルタに捕獲される。

(実施例)

本発明に係る洗浄方法の第1の実施例を第1図から第2図を参照しながら説明する。

第1図は本発明方法の第1の実施例を実施するための装置の1例を示すものである。図中、符号10は被洗浄物12を収納する洗浄容器、11は洗浄容器10内の洗浄用流体、13はガスバブリング用ノズルで、既知の流量が流れるガス配管14に接触されている。15は被洗浄物12を収納する洗浄容器10の

大きい範囲の適切な流量のガスを被洗浄物の下部から噴出させるバブリング操作によって、気泡の上昇に伴って随伴される上向きの流体の流れを発生させると同時に、他の部分では下向きに流体の流れをつくる。これにより局所的な循環流を生じさせ、三次元的な気液二相の乱れを付着物の近傍に発生させる。すなわち、ガスを被洗浄物の下部から噴出させることによって生じる三次元的な循環流はガスおよび液体の二相流で構成され、被洗浄物に付着する付着物に対しては上、下、横方向の三次元的な流体力が常時付加されることになる。また、この流体力には密度の異なるガスと液体が繰り返し付着物に衝突することを伴う。そのため、付着物に作用する流体力は増幅され、付着物をその付着力よりも大きい力で振動させ、被洗浄物から付着物を離脱させるように作用する。

第2の発明においては、ガスを被洗浄物の下端から上向き(被洗浄物の上方向)に噴出されることによって生じる三次元的な循環流はガスおよび液体の二相流で構成される。被洗浄物に付着する

内壁面、16は洗浄容器10の内壁面15と被洗浄物10との間隔、17はガスバブリング用ノズル13から噴出したガス、18は被洗浄物12の内部に付着した付着物である。

本実施例においてはガス17には空気を、洗浄流体11には水を、被洗浄物12には原子炉用の燃料集合体を使用した例について述べる。

このように構成された洗浄装置において、空気の噴出ガス17を被洗浄物12である原子炉用燃料集合体の下端から下方に設けられた空気バブリング用ノズル13から被洗浄物10に対して噴出させる。これによって洗浄物12の近傍には空気と水の二相流が構成され三次元的な循環流が発生する。この二相流は被洗浄物12に付着する付着物18に対して上、下、横方向の三次元的な流体力が常時付加されることになる。また、この流体力には密度の異なる空気と水が常時繰り返し付着物に衝突することを伴い付着物18に作用する力は増幅され、付着物18を振動させ被洗浄物12から付着物18を離脱させる。したがって、被洗浄物12が原子炉用燃料集合

体のような複錐形状を有し、その内部に付着する付着物18であっても、燃料集合体は内部にも流路を有しており、上記二相流が全体に均一に発生し内部まで効率的に洗浄することが可能である。また、この洗浄方法においては、燃料集合体の下方から内部に空気バブリングを流入させることによって燃料集合体全体を均一に洗浄することができ、従来被洗浄物が長尺物の場合に必要としていた上下駆動部を必要とせず、均一の洗浄を行うことができる。このような作用を効率的に生じせしめるためには、例えば水プール内に置かれた被洗浄物12を収納する洗浄容器10の内壁面15と被洗浄物12の間に下向する液体の流れを確保する間隔16が必要であり、また、洗浄容器の断面積に対するガス流量の比を適切に選定する必要がある。

洗浄容器10の内壁面15と被洗浄物12との間隔16を5mm以上とした場合には空気流量と洗浄容器の水平断面積の比を0.1から0.4m/秒にすることによって、前記流体力を最も効果的に発揮せしめることができる。第2図は洗浄容器10の断面積に

12として、またプール水24が洗浄用流体11として収容されている。被洗浄物12の下方にはガスバブリング用ノズル13が設けられており、このノズル13には洗浄容器10および燃料プール22を貫通して設けられたガス配管14が接続されている。洗浄容器10の下部には接続配管19が接続されており、この接続配管19には燃料プール22内に設置したフィルタ20およびポンプ21が順次接続されている。

洗浄容器10内に収容した被洗浄物12は洗浄容器の内壁面15との間隔16が5mm以上保たれている。被洗浄物12には燃料集合体の場合、燃料棒間に炉水が流れる流路23を有している。なお、図中符号18は被洗浄物12の燃料棒に付着している例えばクラッドなどの付着物を示している。

以上のように構成した洗浄装置において、洗浄用流体11にはプール水24を、被洗浄物12としては沸騰水型原子炉用使用済燃料集合体を、ガスバブリング用噴射ガス17として空気を使用して洗浄する方法を説明する。

すなわち、ガス配管14から加圧空気を流入して

対するガス流量の比と付着物の振動量を示したものである。洗浄容器10の断面積に対するガス(空気)流量の比の値が0から0.3までは付着物の振動量はほぼ直線的に増加するが、0.4m/秒を超えると飽和する。すなわち、ガス流量の比が0.4m/秒を超えると、ガスの量が大きくなり、空気と水の二相流によって作用する流体力が増加しないことになる。一方、ガス流量の比が0.1m/秒未満では振動量が小さく洗浄効果が乏しくなる。

このように空気流量と洗浄容器10の水平断面積の比を0.1から0.4m/秒の範囲内に選択することによって付着物18に効果的な振動を付与し、付着物18を被洗浄物12から離脱し、効果的に洗浄することができる。

次に第3図および第4図を参照しながら本発明の第2の実施例を説明する。

第3図において、洗浄容器10は燃料プール22内に設置されている。燃料プール22内にはプール水24が収容され使用済燃料を冷却しかつ放射線を遮蔽する。洗浄容器10内には使用済燃料が被洗浄物

ノズル13から被洗浄物12に対して矢印方向に噴射ガス17を噴出させる。この噴出ガス17によって洗浄用流体11内に多数の気泡、つまりバブリングが発生する。このバブリングの発生とともに被洗浄物12の近傍には空気と水の二相流が構成され三次元的な循環流が発生する。この二相流は、被洗浄物12に付着する付着物18に対して上、下、横方向の三次元的な流体力が常時付加されることになる。また、この流体力には密度の異なる空気と水が常時繰り返し付着物に衝突することをともない付着物18に作用する力は増幅される。この増幅された力が被洗浄物12に付着した付着物18の付着力より大きい振動力となった時点において、付着物18は被洗浄物12から離脱することになる。従って、被洗浄物12が原子炉用の燃料集合体のような複錐形状を有し、その内部に付着する付着物18であっても、前述したように燃料集合体は内部にも燃料棒と燃料棒の間に原子炉水が通過する流路23を有しており、この流路23を介し上記二相流が全体に均一に発生し内部に付着する付着物を洗浄物(例え

ば、燃料集合体を構成する燃料棒など)より離脱させることが可能である。

このような作用を効率的に生じせしめるためには、例えば水プール内に置かれた被洗浄物12を収納する洗浄容器10の側壁15と被洗浄物12の間に下向する流体の流れを確保するための間隙16が必要であり、また、洗浄容器の断面積に対するガス流量の比を適切に選定する必要がある。

洗浄容器10の側壁15と被洗浄物12との間隙16を5mm以上とした場合には空気流量と洗浄容器10の水平面積の比を0.1から0.4m<sup>3</sup>/秒とすることによって、前記流体力を最も効果的に発揮せしめることができる。この第2の実施例においても前述した第1の実施例と同様に前記第2図に示したように洗浄容器断面積に対する空気流量の比の値が0から0.5までは付着物の振動量はほぼ直線的に増加するが、0.4m<sup>3</sup>/秒以上では振動量は飽和する。すなわち、0.4m<sup>3</sup>/秒以上ではガスの量が大きくなり、空気と水の二相流によって作用する流体力が増加しないことによる。

操作と逆流動を組合せて行った実施回数と、付着物に残った付着物の残量との関係を示した曲線図である。第4図から明らかなように3回程度空気バブリング操作と逆流動の組合せを実施することによりほぼ完全に付着物を被洗浄物から除去することが認められる。

なお、本発明におけるバブリング流量は従来例より1桁大きい範囲であり、この流体力は気液二相の循環流によって発生する。そのため、被洗浄物は形状が複雑であってもガス流路さえ有していればよく、如何なる形状の被洗浄物でも内部まで洗浄することが可能であることはいうまでもない。また、洗浄容器を水プール内に沈め、かつその容器の上部を水プール内に解放させて洗浄することもできる。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、複雑な形状を有した機器などの被洗浄物に対し、その被洗浄物の内部に適切な空気バブリング量を流入せしめることにより、被洗浄物の内部に付着した付着物を効率的に除去し

このように前記空気流量と洗浄容器10の水平断面積の比を0.1から0.4m<sup>3</sup>/秒とすることにより付着物18に効果的な振動を与え、付着物18を被洗浄物から容易に離脱させることができる。なお、この流体力は気液二相の循環流によって発生するため形状が複雑であっても流路さえ有している被洗浄物であればどのような形状の被洗浄物でも内部まで洗浄することが可能であることはいうまでもない。

次に、空気バブリング操作が終了した後、洗浄容器10にフィルタ20を介して接続されているポンプ21を用いて洗浄容器10内に流入している洗浄用流体11を強制的に吸引し、洗浄用流体11の下降流(逆流動)を発生させる。これにより空気バブリングにより被洗浄物12から離脱させた付着物18は前記逆流動に同伴され運ばれ、その結果、ポンプ21の上流側に配置したフィルタ20に捕獲される。

以上の空気バブリング操作と逆流動を組合せ、これらを複数回実施することにより洗浄効果を向上させることができる。第4図は空気バブリング

洗浄することができる。

また、付着物が放射性物質の場合にはバブリング操作によって離脱した放射性付着物をフィルタで確実に回収することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

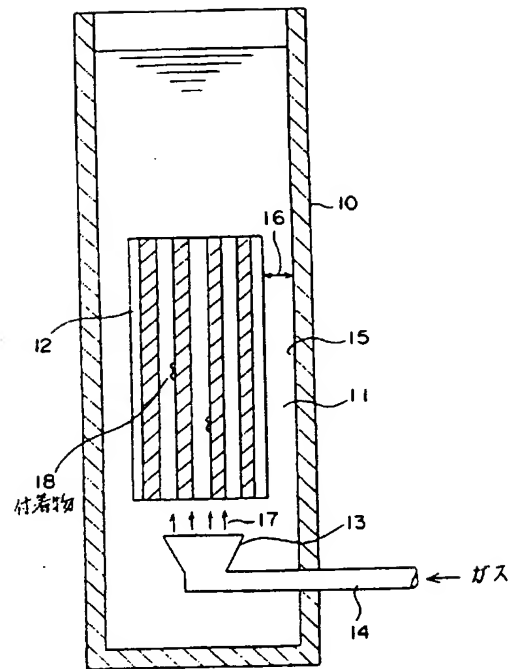
第1図は本発明に係るガスバブリング洗浄方法の第1の実施例を説明するための洗浄装置を示す縦断面図、第2図は第1の実施例における空気流量と洗浄容器の断面の比に対する付着物の振動量の関係を示す特性図、第3図は本発明の第2の実施例を説明するための洗浄装置を示す縦断面図、第4図は第2の実施例における付着物の残存量と洗浄回数との関係を示す特性図、第5図は従来の超音波洗浄方法の原理を示す構成図、第6図は従来の水ジェット洗浄方法の原理を示す構成図である。

- |          |        |
|----------|--------|
| 1…超音波発振器 | 2…被洗浄物 |
| 3…流体     | 4…超音波  |
| 5…付着物    | 6…被洗浄物 |

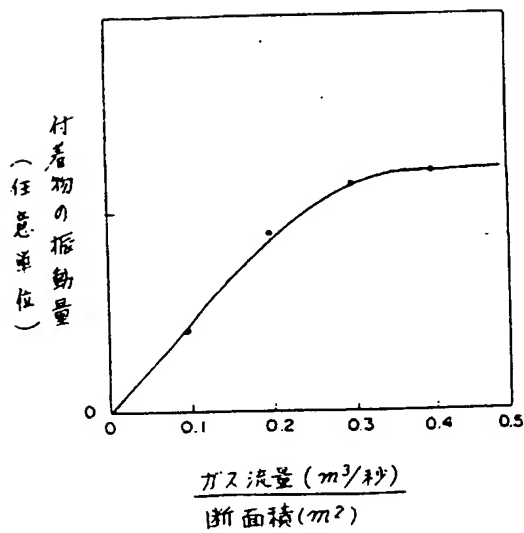
特開平3-229200(6)

- |             |          |
|-------------|----------|
| 7…水ジェットノズル  | 8…水ジェット  |
| 9…付着物       | 10…洗浄容器  |
| 11…洗浄用流体    | 12…被洗浄物  |
| 13…ノズル      | 14…ガス配管  |
| 15…洗浄容器の内壁面 | 16…間隔    |
| 17…噴出ガス     | 18…付着物   |
| 19…接続配管     | 20…フィルタ  |
| 21…ポンプ      | 22…燃料プール |
| 23…流路       | 24…プール水  |

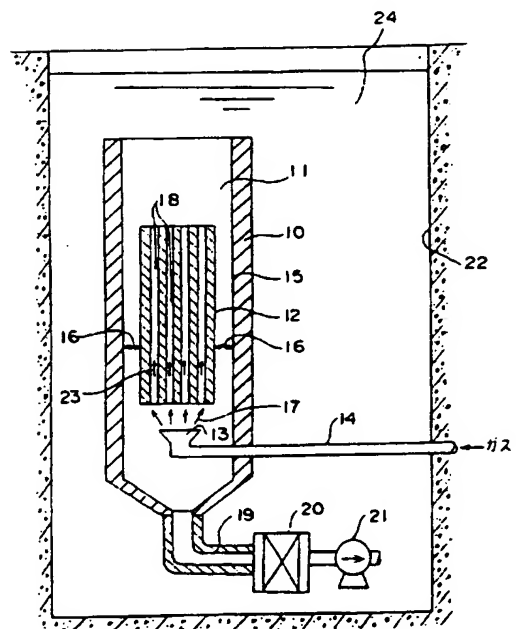
(1733) 代理人 井理士 猪 股 祥 晃  
(ほか 1 名)



第 1 図

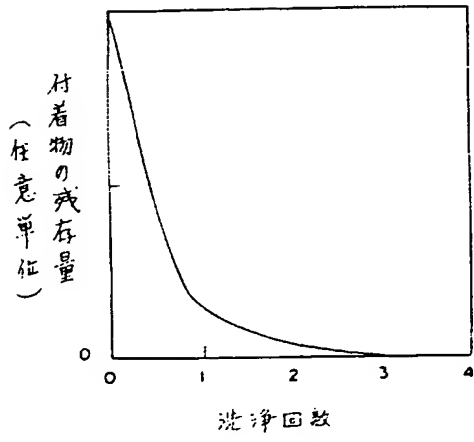


第 2 図

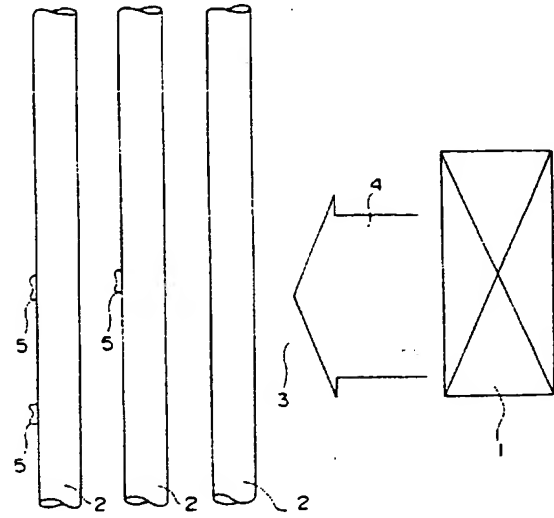


第 3 図

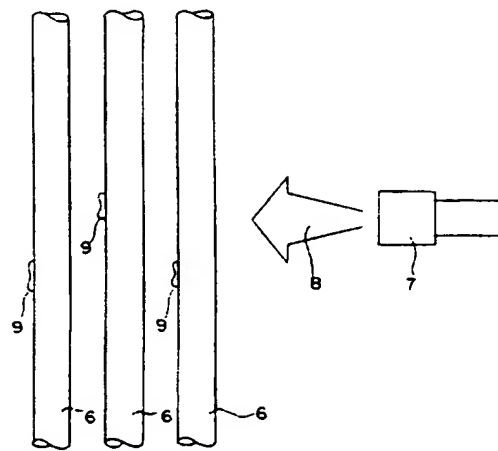




第 4 図



第 5 図



第 6 図

特開平3-229200(8)

第1頁の続き

⑩発明者	古村	史朗	神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内
⑪発明者	日置	秀明	神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内